



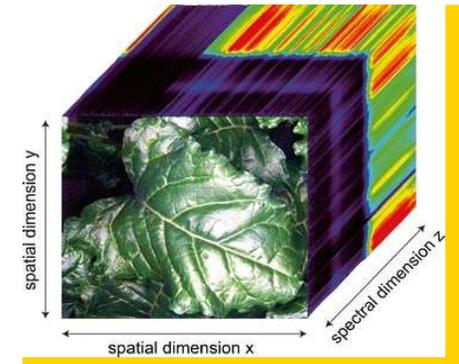
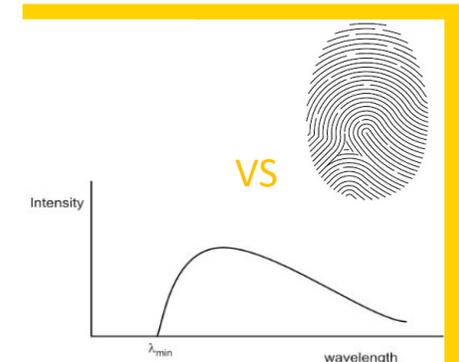
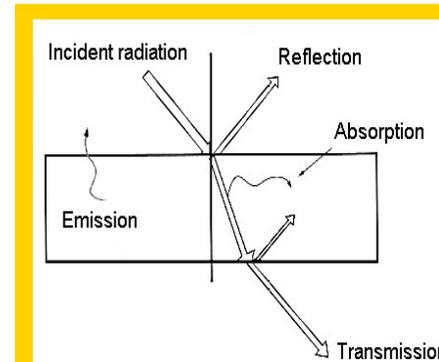
Hiperespectral



# Imagen Hiperespectral



- Sistema de visión combinado con espectroscopia
- La forma en que cada longitud de onda se transmite, refleja o absorbe al entrar en contacto con el material .
  - Firma espectral
- Cámara Hiperespectral
  - mide miles o cientos de espectros



# Cámara Hiperespectral

---



Cámaras lineales , tecnología Push-broom

Componentes :

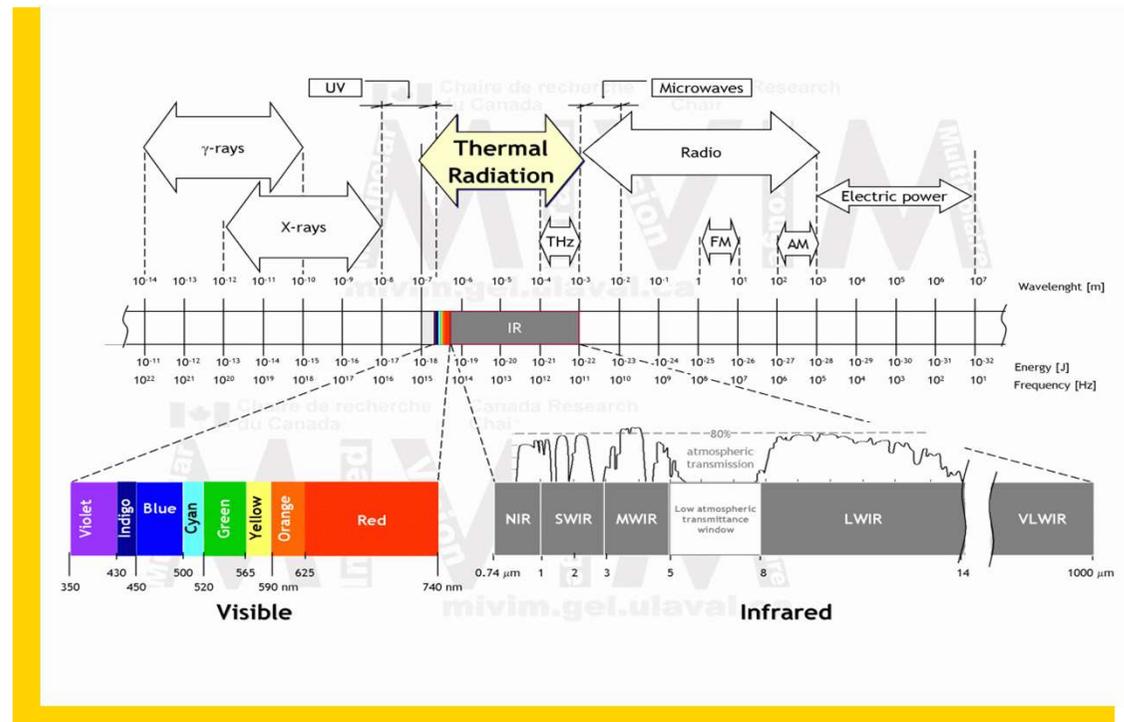
- Objetivo
- Espectrógrafo
  - Input slit
  - Collimating optic
  - Dispersive unit
  - Focusing lens
- Cámara escala de grises



# Cámara Hiperespectral



- Visible 400-700nm
  - CMOS
- Visible-NIR 400-1000nm
  - CMOS
- NIR 900-1700 nm
  - InGaAs
- SWIR 1000-2500 nm
  - InGaAs/MCT cryogenically
- MWIR 2500 – 5300nm
  - InSb
- LWIR 8000- 12000 nm
  - HgCdTe



## Capturar datos

---



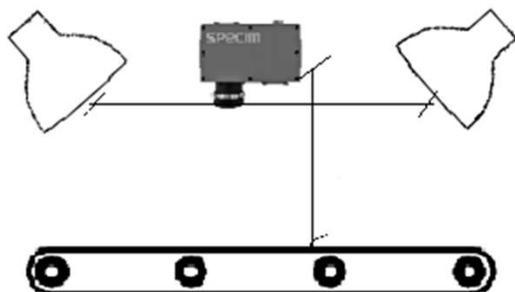
Cámara hiperespectral

Iluminación adecuada

Referencia de reflectancia

# Iluminación

---



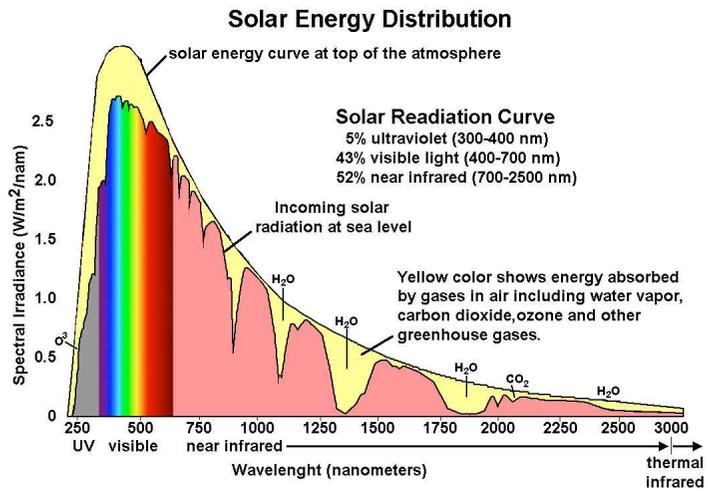
Solar

Halógena

LED

Térmica

# Iluminación



Solar

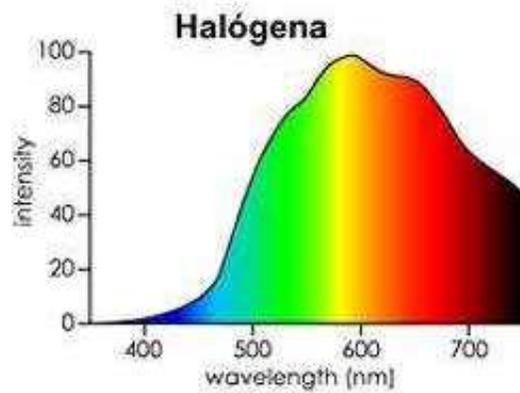
Halógena

LED

Térmica

# Iluminación

---



Solar

**Halógena**

LED

Térmica

# Iluminación

---



Potencia necesaria:

$$P = a \frac{r^2}{t}$$

*r*: distancia luz de la muestra

*t*: tiempo de exposición

*a*: constante  $10 \text{ }^{Ws}/m^2$

Solar

**Halógena**

LED

Térmica

# Iluminación

---



Potencia necesaria:

$r$ : 25 cm

$t$ : 0,01 s

$a$ :  $10 \text{ W}^s/\text{m}^2$

$$P = a \frac{r^2}{t} = 10 \frac{\text{W}^s}{\text{m}^2} \frac{0,25^2 \text{m}^2}{0,01 \text{ s}} = 60 \text{ W}$$

Solar

**Halógena**

LED

Térmica

# Iluminación

---



Solar

**Halógena**

LED

Térmica

# Iluminación

---



Potencia necesaria:

$r$ : 50 cm

$t$ : 0,01s

$a$ :  $10 \text{ Ws}/\text{m}^2$

$$P = a \frac{r^2}{t} = 10 \frac{\text{Ws} \cdot 0,5^2 \text{m}^2}{\text{m}^2 \cdot 0,01 \text{ s}} = 250 \text{ W}$$

Solar

**Halógena**

LED

Térmica

# Iluminación

---



- Iluminación cerca de la muestra
- Tiempos de exposición largos

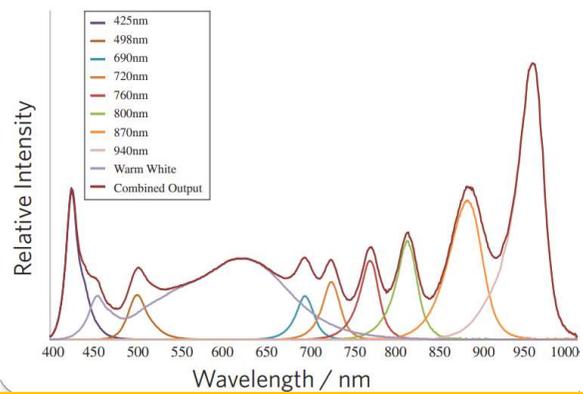
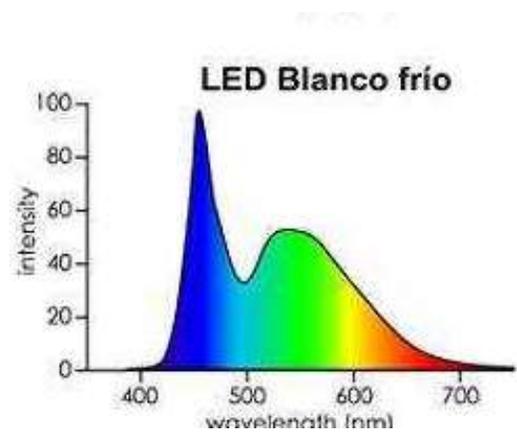
Solar

**Halógena**

LED

Térmica

# Iluminación



Solar

Halógena

**LED**

Térmica

## Referencia de Blanco

---



**Entorno de trabajo**

Exteriores

Laboratorio

Industria

# Referencia de Blanco

---

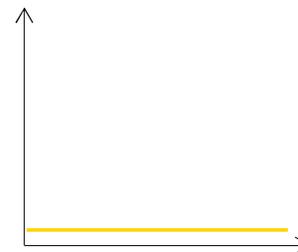


Referencia de reflectancia



Corrige las diferencias de la respuesta espectral entre cámaras

Referencia de negro



Efectos en las variaciones del sensor de la cámara con el tiempo

# Reflectancia

---



## Cubo hiperespectral

---



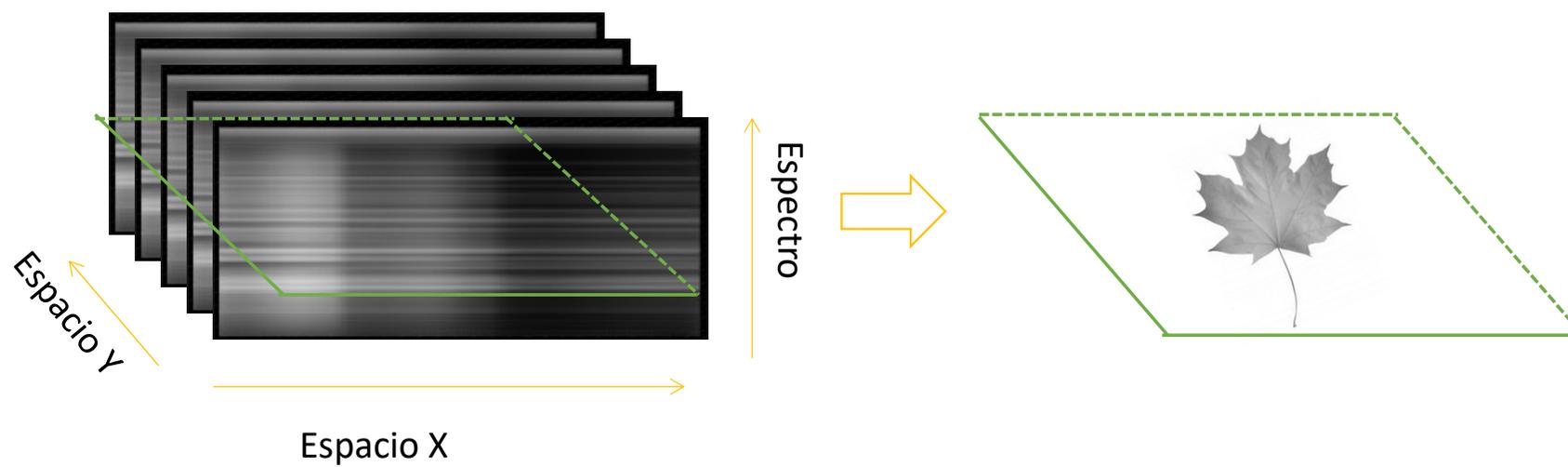
## Cubo hiperespectral

---

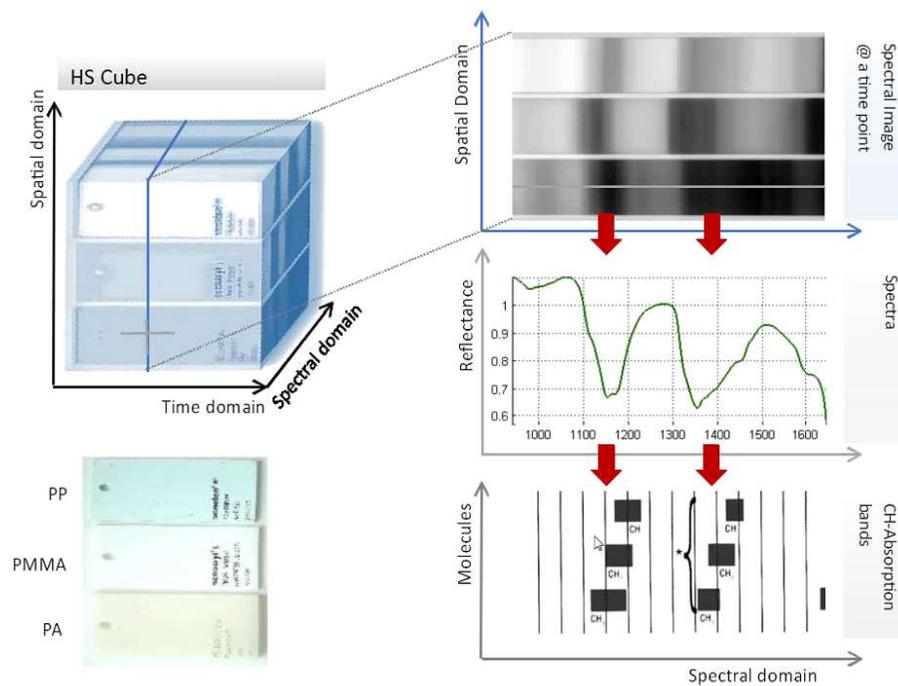


# Cubo hiperespectral

---



# Ejemplo analisis



## Lumo SPECIM

---



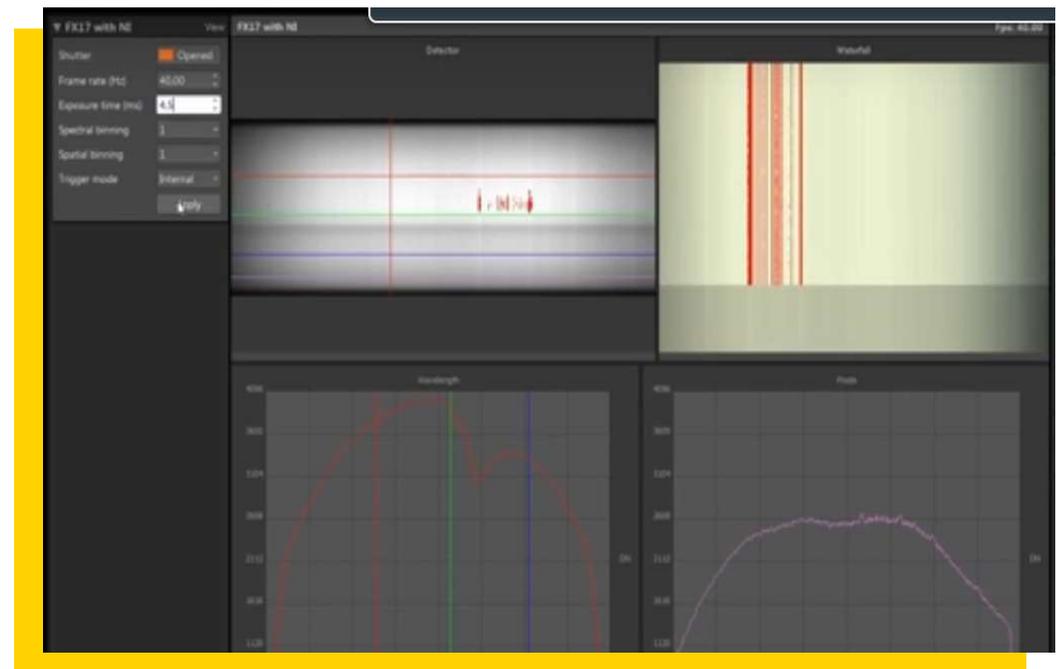
- Lumo Recorder
- Lumo Scanner
- SDK



## Lumo Scanner - Parámetros de Cámara

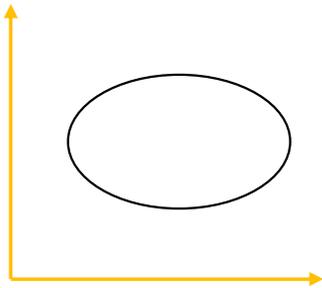


- Encontrar el nivel de señal óptima --> 80% - 90% del rango dinámico del sensor
  - Augmentar el tiempo de exposición --> sin saturación
- Binnig podemos reducir la cantidad de datos par mejorar el SNR (signal-to-noise ratio)



# Definir la Relación de Aspecto

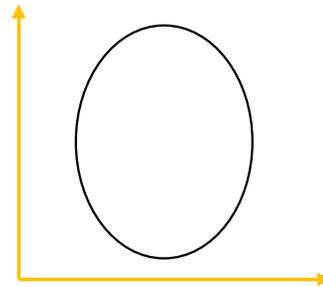
---



velocidad de escaneo demasiado rápida

o

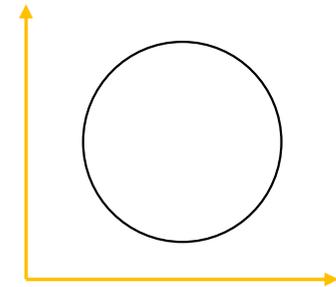
Velocidad de la cámara demasiado lenta



velocidad de escaneo demasiado lenta

o

Velocidad de la cámara demasiado rápida



Correcto

## Velocidad y Frecuencia

---



Tenemos una FX17 con una resolución de 640 píxeles , un frame rate de 500 píxeles/s y un campo de visión de 400mm

Campo de visión (C): 400 mm

Resolución (R): 640 píxeles

Frame Rate (Fr): 500 píxeles/s

Defecto mínimo detectable  $D = \frac{C}{R} = \frac{400 \text{ mm}}{640 \text{ pixels}} = 0,625 \text{ mm/píxeles}$

Velocidad máxima cinta  $V = D \cdot Fr = 0,39 \text{ mm/píxeles} \cdot 500 \text{ píxeles/s} = 312,5 \text{ mm/s}$

## Velocidad y Frecuencia en LumoScanner

---



- **Using the Field of View of the Sensor:**

Scanning speed =  $(FOV / \text{horizontal\_pixels}) * \text{Frame rate}.$

- **The Distance to the Target**

Scanning speed =  $(\text{Detector pixel size} * \text{Spatial binning} * \text{Spectrograph magnification} * (\text{Distance} + \text{Entrance pupil position}) * \text{Frame rate}) / \text{Focal length}.$

- **Using Image Processing on a Round Object**

Ajustar manualmente el framerate y/o velocidad de la cinta

## Altura y Campo de Vision

---



Tenemos una FX17 con una óptica OLET17.5 (38°)

- Si necesitamos colocar la FX17 a 400mm, ¿Qué campo de visión obtenemos?
- Si necesitamos un campo de visión de 325mm, ¿A que altura se tiene que colocar la FX17?

Especificaciones de la Cámara:

Obertura Slit (OS)=12 mm

Longitud focal Óptica (LfO) = 17,5 mm

a.

Altura (H) = 400 mm

$$C = \frac{OS \cdot H}{LfO} = \frac{12mm \cdot 400mm}{17,5mm} = 274 \text{ mm}$$

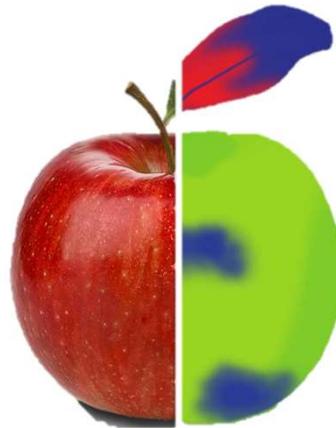
b.

Campo de visión (C) = 325 mm

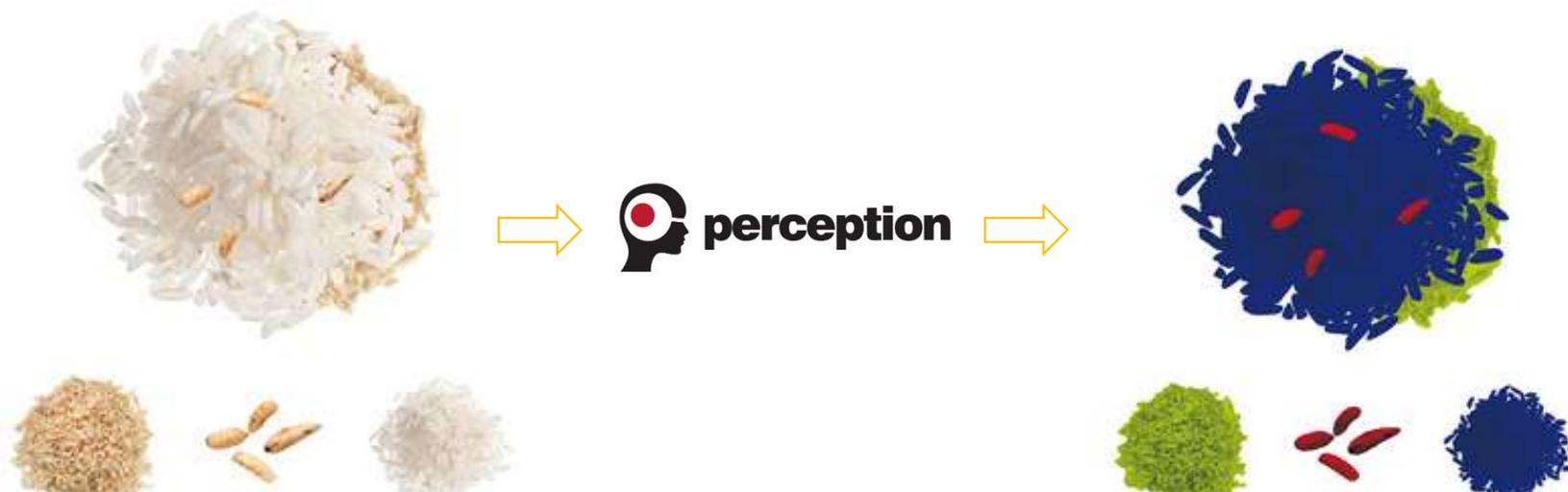
$$H = \frac{LfO \cdot C}{OS} = \frac{17,5 \text{ mm} \cdot 325 \text{ mm}}{12 \text{ mm}} = 474 \text{ mm}$$



# perception park



# Perception Park – Chemical Color Imaging





GRACIAS